

REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

INFORME TÉCNICO
Geología Ambiental y Riesgo Geológico



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS DEPOSITOS
SUPERFICIALES EN LAS PAMPAS DE NAZCA, LINEAS Y
GEOGLIFOS DE NAZCA**

(NAZCA, REGION ICA)



POR:
BILBERTO ZAVALA C
TERESA VELARDE

LIMA – PERU
AGOSTO 2008

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO.....	3
GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE	4
UNIDADES GEOLÓGICAS DEL SUBSTRATO Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES ...	6
ROCAS SUBVOLCÁNICAS	6
INTRUSIVOS GRANODIORÍTICOS	8
ARENISCAS Y CUARCITAS DEL GRUPO YURA	9
SEDIMENTOS CONTINENTALES Y MARINOS MIOCENOS Y PLIOCENOS.....	9
DEPÓSITOS SUPERFICIALES	11
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL PATRIMONIO CULTURAL	13
SECTOR ENTRE LOS GEOGLIFOS DE LA FLOR Y EL MIRADOR	15
SECTOR DEL GEOGLIFO COLIBRÍ – PAMPA JUMANA	16
SECTOR DE LA BALLENA – QUEBRADA DE SOCOS.....	17
RELICTOS DE ROCAS INTRUSIVAS Y ALTERACIÓN A SUELO ARCILLOSO.....	18
PATINA O COBERTURA EN LOS SURCOS O HENDIDURAS DE LOS GEOGLIFOS Y LINEAS DE NAZCA.....	20
GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS Y/O SUELOS SUPERFICIALES Y ANÁLISIS DEL SUBSTRATO ROCOSO DEL ÁREA.....	22
CONCLUSIONES.....	23
RECOMENDACIONES.....	24
REFERENCIAS	24
ANEXOS: RESULTADOS DE LABORATORIO.....	25

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS DEPÓSITOS SUPERFICIALES EN LAS PAMPAS DE NAZCA, LINEAS Y GEOGLIFOS DE NAZCA

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Cultura (INC), a través de un proyecto denominado “Conservación Preventiva de las líneas y Geoglifos de Nazca y Pampas de Jumana”, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), se efectúe una caracterización del terreno o tapiz sobre el cual se encuentran las líneas y geoglifos de Nazca, patrimonio cultural de la nación y de la humanidad, con interés en los suelos o depósitos superficiales sobre la cual se encuentran estas figuras, con el propósito de poder intervenir o realizar trabajos de mantenimiento y conservación.

Profesionales geólogos del INGEMMET, efectuaron una evaluación *in situ* sobre las características geomorfológicas y geológicas del lugar, así como un reconocimiento y toma de muestras de los suelos, substrato rocoso y depósitos superficiales en áreas aledañas a las líneas y geoglifos.

Los trabajos de campo fueron realizados por Bilberto Zavala y Teresa Velarde, entre el 21 y 24/07/2008, conjuntamente con profesionales arqueólogos de INC-Lima e INC-Ica. El informe se pone en consideración de los interesados, resaltando aspectos geomorfológicos, geológicos y geoquímicos de los suelos existentes en el “lienzo de Nazca”.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Descripción de los depósitos superficiales (suelo), sobre la cual se encuentran los geoglifos y líneas de Nazca.
- Análisis geomorfológico y de relieve
- Caracterización geoquímica de los suelos.

TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Se efectuó un reconocimiento geomorfológico del área con sobrevuelo. Diferenciación de geoformas en las pampas de Jumana, Cinco Cruces a escala 1:50 000. Se diferenciaron tres unidades del substrato rocoso, tres unidades superficiales plio-cuaternarias y cuaternarias.

Se realizaron muestreos y descripción de sedimentos superficiales en los cortes naturales de quebradas o torrentes sobre la pampa, cercanos a los geoglifos, líneas o áreas de barrido arqueológicas. También muestras en rocas del substrato.

Los análisis de laboratorio fueron realizados en los laboratorios de INGEMMET, donde se efectuaron análisis de Difracción de Rayos X, PIMA, y en los laboratorios de....., donde se efectuó análisis de Roca Total.

GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE

Regional y de manera morfoestructural, el área de estudio se encuentra en la unidad conocida como “Depresión Ica-Nazca”, extendida en forma longitudinal con dirección andina (noroeste sureste), alcanzando un ancho en el sector entre pampa y Nazca de 7 a 25 km, con límites tanto al este y oeste de las estribaciones occidentales y pampas costeras, respectivamente.

Geológicamente corresponde a una depresión o graben tectónico sobre el cual se depositaron grandes acumulaciones aluviales o depósitos de piedemonte durante el Pleistoceno y Cuaternario Reciente. Estructuralmente la dirección del río Nazca al oeste, coincide con la línea de falla-flexura que limita esta unidad morfoestructural.

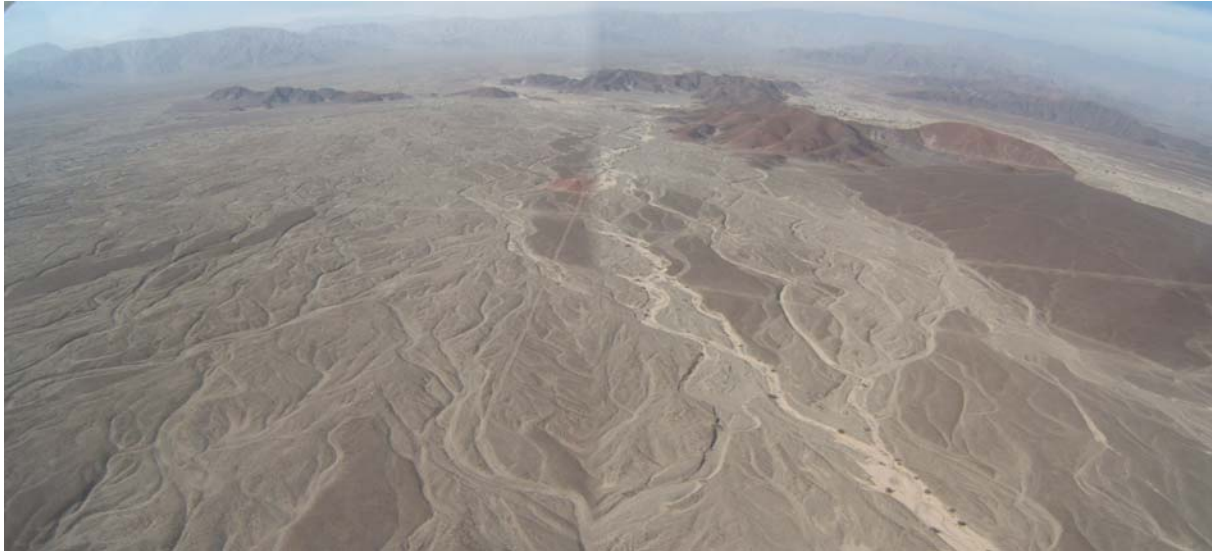
Localmente la Zona Arqueológica y Patrimonio Mundial conocido como “Líneas de Nazca”, se encuentra sobre una extensa zona de planicie con pendiente entre 1 y 1,5° comprendiendo las pampas de Jumana/De Los Chinos, Cinco Cruces, De Las Carretas y Buenos Aires.

La acumulación y sobreposición de abanicos aluviales o depósitos de piedemonte del plio-pleistoceno y cuaternario, se extienden entre los ríos Aija/Nazca al sur y oeste, e Ingenio al norte. Estos abanicos o pampas se encuentran disectadas por torrentes o quebradas estacionales, destacando de sur a norte las quebradas o ríos de Socos, Cinco Cruces/Urupalla y Cruz del Chino. La activación reciente de estos flujos o torrenteras permite apreciar un contraste con los depósitos más antiguos. Estos límites corresponden a los valles agrícolas.



Vista hacia el norte donde se distingue el extremo sur de las pampas de Nazca. Se diferencia la desembocadura del río Socos al valle del río Nazca. Unidades de planicie aluvial disectada, valle fluvial y colinas.

También se diferencian muy localmente algunos relictos, lomadas y monte islas con alturas que no sobrepasan los 10 o 20 m de altura. Hacia el este colinas con alturas superiores a 50 m, que se levantan progresivamente hacia el este conformando a las estribaciones occidentales de Los Andes.



Flujos de detritos recientes en las torrencias del río Socos, sector de El Peaje de Nazca.

Hacia los bordes norte y oeste de las planicies o abanicos se presenta una gran disección o erosión en los sedimentos aluviales pleistocenos y parte del substrato rocoso de edades del Plioceno y Mioceno, mostrando un desnivel entre la pampa y los valles adyacentes entre 100 y 150 m, hacia el valle de Ingenio y Nazca, respectivamente.



Límite norte de las pampas de Nazca, que da hacia el valle del Ingenio. Erosión y disección en las vertientes compuestas por conglomerados pleistocenos y gravas aluvio-proluviales recientes. Unidades geomorfológicas de planicie disectada y valle fluvial. En ambos casos se muestra erosión en surcos o cárcavas.

UNIDADES GEOLÓGICAS DEL SUBSTRATO Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES

De acuerdo a las observaciones hecha en el campo, y considerando el estudio geológico de los cuadrángulos de Palpa y Nazca (Montoya et al, 1993), el substrato del área corresponde a rocas subvolcánicas, intrusivos granodioritas/tonalitas y areniscas del Grupo Yura, expuestos en forma de lomadas, colinas y montañas hacia el lado este del área.

ROCAS SUBVOLCÁNICAS

Son pequeños stocks de brechas andesíticas, andesitas o dacíticas porfíricas de color gris verdoso, sistemas de diques, que afloran en los promontorios o colinas que se alteran a colores grises violáceos y rojizos, como los que se exponen en los cerros aislados al pie de

la Carretera Panamericana Sur. Se asocian al Complejo Bella Unión, y su edad de emplazamiento se asigna al Cretáceo Superior.

Un gran porcentaje de los fragmentos o clastos de los depósitos aluviales en las pampas de Jumana y quebrada Socos, corresponden a rocas subvolcánicas. Sin embargo también tienen aporte de rocas volcánicas de la Formación Guaneros, expuestas en la parte media superior de las quebradas Socos y Urupalla.



Parte baja de colina, en el lugar conocido como “mirador natural”, donde se emplazan rocas subvolcánicas.



Vista de acercamiento del substrato subvolcánico porfirítico con alteración a gris violáceo y fracturado.

INTRUSIVOS GRANODIORÍTICOS

Corresponden a parte de la gran superunidad Tiabaya, del segmento de Arequipa. Localmente se muestran relictos aislados en las pampas de Nazca, al oeste del mirador o en el cerro Ballena, extendiéndose con mayores afloramientos hacia el este en la quebrada Socos. Los intrusivos se componen de tonalitas a granodioritas gris claras. Su edad de emplazamiento se ha establecido entre 72 y 83 millones de años.

En porcentaje representan un 10 a 20 % de los fragmentos de rocas en los depósitos aluviales transportados por los torrentes fluviales.



Cerro Ballena; afloramiento de rocas intrusivas granodioritas.



Vista hacia el norte que muestra un acercamiento de afloramiento de granodioritas muy fracturadas en el cerro Ballena.

ARENISCAS Y CUARCITAS DEL GRUPO YURA

En menor porcentaje se distinguen dentro los sedimentos aluviales, fragmentos angulosos a subredondeados de areniscas o cuarcitas, que se asocian a secuencias del Grupo Yura del Cretáceo inferior, cuyos afloramientos se restringen a las estribaciones occidentales.

SEDIMENTOS CONTINENTALES Y MARINOS MIOCENOS Y PLIOCENOS

Al descender a los valles de Nazca e Ingenio, en los cortes naturales de las quebradas se diferencian secuencias continentales y marinas, correspondientes a las Formaciones Changuillo y Pisco.

En la ruta o trocha carrozable hacia Jumana (quebradas que descienden hacia el valle de Nazca), se pueden diferenciar secuencias con espesores de hasta 100 m de secuencias de origen mixto (continental y marino), constituidas por limolitas, lodolitas, conglomerados, areniscas tobáceas, predominando las secuencias continentales, atribuidas a la Formación Changuillo del Plioceno.

Estas alternancias se pueden diferenciar en la topografía, donde hacia el tope predominan secuencias de conglomerados de guijarros, masivos que alternan con niveles de areniscas y limonitas tobáceas. Estas facies continentales representan acumulaciones aluviales asociadas a eventos climáticos extremos durante el Plioceno, acumulados como depósitos de piedemonte.



Quebrada Jumana. Vista aguas abajo que muestra una alternancia de areniscas y lodolitas en capas subhorizontales. Hacia el tope de la secuencia niveles de conglomerados.

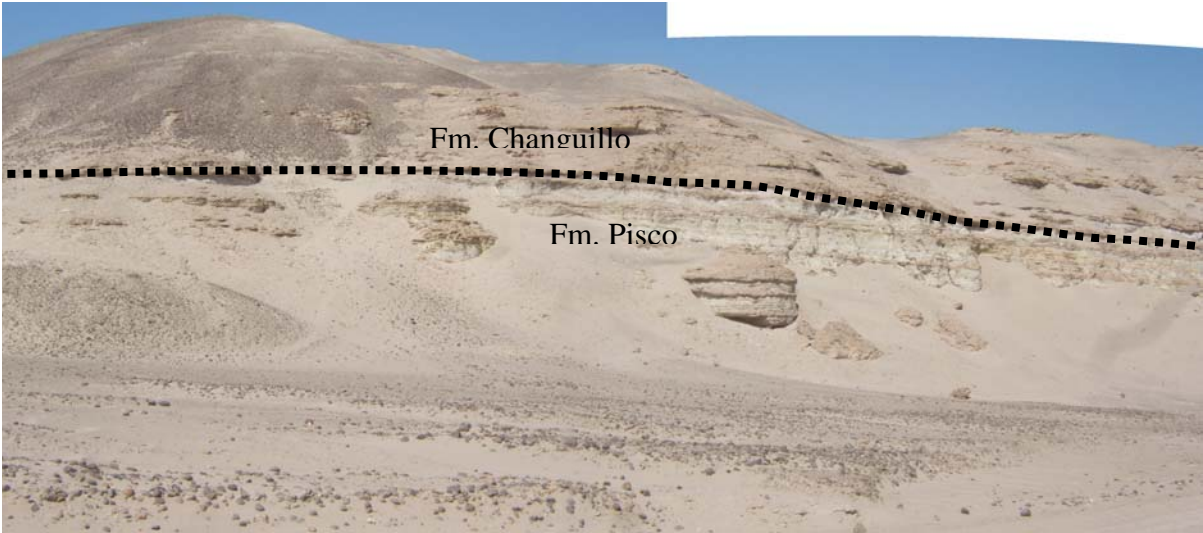
La mayor exposición de la Formación Changuillo, dentro del área de estudio se localiza en ambas márgenes del río Nazca, hasta su confluencia con el río Grande, e inclusive en la cartografía geológica de INGEMMET (MONTROYA et. al., 1993), ocupa áreas de los frentes de las pampas de Nazca hacia los bordes del valle.

Esta formación suele presentar mayor porcentaje de secuencias aluviales continentales, sin embargo se le atribuye secuencias marinas marginales o de playa.



Margen derecha de la quebrada Jumana, donde se distingue un afloramiento de secuencias aluviales finas de la Formación Changuillo en discordancia con secuencias de conglomerados recientes.

Algunas secuencias encontradas en el sector de Jumana, por sus características sedimentológicas, pueden corresponder a secuencias marinas de la Formación Pisco.



Paso transicional de secuencias marinas en la parte inferior (Formación Pisco?), a secuencias continentales de la Formación Changuillo (estratos superiores), en el sector de la quebrada Jumana.

DEPÓSITOS SUPERFICIALES

Localmente las pampas muestran acumulaciones de depósitos superficiales correspondientes a sedimentos aluviales (más antiguos del Pleistoceno), que muestran un grado de compactación variable y depósitos proluviales que corresponden a los flujos de detritos o huaycos más recientes.

Los primeros se pueden apreciar en los cortes de carretera hacia el sector norte al descender a Changuillo, valle de Ingenio. Están conformados por conglomerados, con gravas o cantos subredondeados, la matriz es algo sucia, limosa



Vista en el límite norte de la pampa, donde se distingue conglomerados de color beige, compactos, pleistocenos con clastos redondeados a subredondeados, que reposan sobre sedimentos aluvio-proluviales más recientes, poco compactos con clastos subredondeados a subangulosos.



Acercamiento de los depósitos conglomerádicos pleistocenos, en la bajada al valle de El Ingenio, que infrayacen a depósitos recientes.

Los depósitos más recientes se aprecian hacia el sur en los torrentes de las quebradas Socos y Urupalla, los cuales muestran reactivaciones de huaycos y flujos de lodo de los Niños 1982-83, 1997-98 y otros. Algunos depósitos de abanicos sobreimpuestos que descienden progresivamente de los frentes de montaña se pueden diferenciar hacia las pampas, tanto al norte como al sur del mirador de las líneas. Asimismo depósitos actuales de los recientes eventos de El Niño pueden ser claramente diferenciados, desde el aire o desde las partes elevadas.



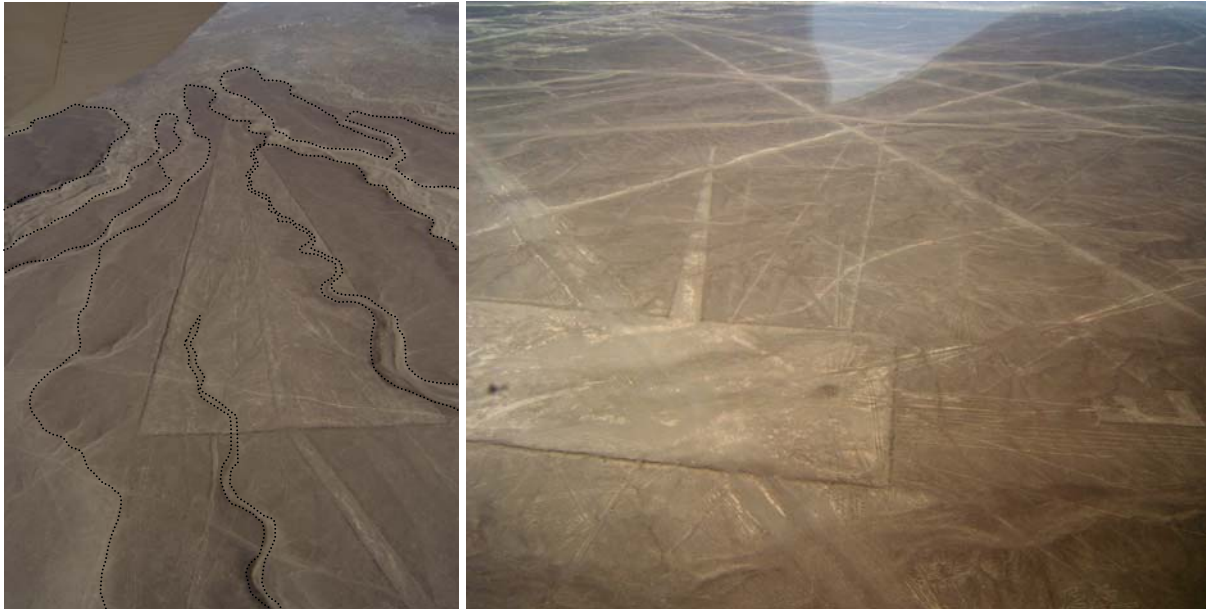
Vista hacia el sureste, donde se aprecia una superposición de depósitos aluviales de piedemonte de diferentes edades, en la pampa de Nazca.



Numerosos abanicos proluviales, originados en diferentes tiempos en los pies de las colinas o montañas ubicadas al este del mirador de Las Líneas de Nazca.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL PATRIMONIO CULTURAL

Las pampas de Nazca albergan una serie de figuras o geoglifos con formas zoomorfas, antropomorfas, líneas en diferentes direcciones, así como “áreas de barrido” de diferentes formas (triangulares, rectangulares), caminos antiguos, los cuales han merecido una serie de interpretaciones sobre la ocupación de las culturas preincaicas en esta región.



Líneas y áreas de barrido en las pampas de Nazca. Nótese la afectación de algunos de ellos por los torrentes de flujos excepcionales.

Estas representaciones se encuentran expuestas sobre una capa superficial areno-limosa o areno-arcillosa, con contenido de gravas, que corresponde a la superficie, “lienzo” o “tapiz” donde se encuentra el patrimonio cultural Nazca.

Geológicamente corresponde a un suelo pobre, típico de un ambiente desértico con escasez de precipitaciones pluviales. Se distingue un suelo areno-limoso o limo-arcilloso blanco a beige, con cascajo.

Algunas veces se presentan superficies amplias de costras endurecidas de suelo arcilloso, con clastos de gravas, como se aprecia entre las figuras de “El Cóndor” y “La Araña”.



Superficie de la pampa mostrando una costra endurecida de suelo en la pampa de Nazca.



Vista de acercamiento de esta costra que engloba clastos o detritos subangulosos.

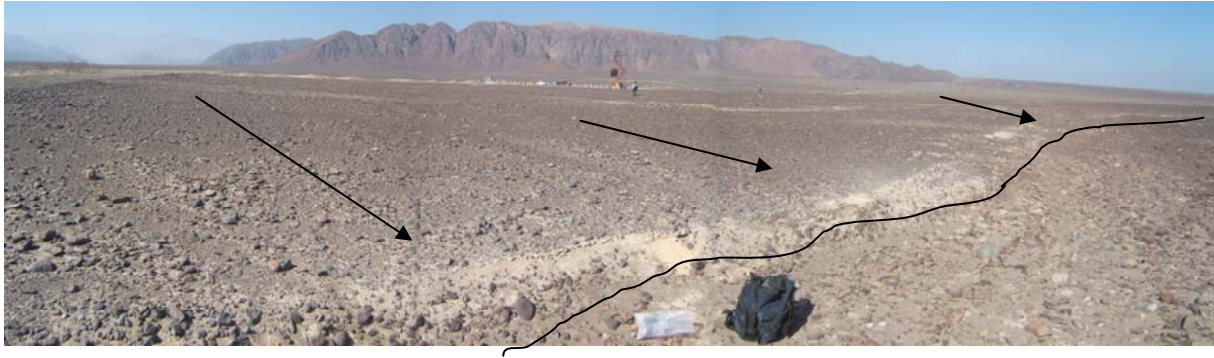
Son escasas las zonas con acumulación de dunas y marcas o rizaduras de origen eólico, o también poco frecuente encontrar estructuras típicas como triángulos facetados en los detritos.



Detalle de un sector de la pampa que muestra clastos subangulosos a subredondeados de diferente litología. En primer plano un clasto de forma triangular facetada, originado probablemente por erosión de tipo eólica.

SECTOR ENTRE LOS GEOGLIFOS DE LA FLOR Y EL MIRADOR

Aparentemente corresponden a flujos de detritos más jóvenes con predominancia de sedimentos más finos, mostrando cascajos en superficie y una capa visible de 0,40 a 0,50 m de espesor visible de sedimentos arcillo-limosos. Correspondería a un frente terminal de flujos de detritos, huayco o llapana con mayor porcentaje de finos que engloba sedimentos subangulosos a angulosos, que evidencian una cercanía o poco transporte.



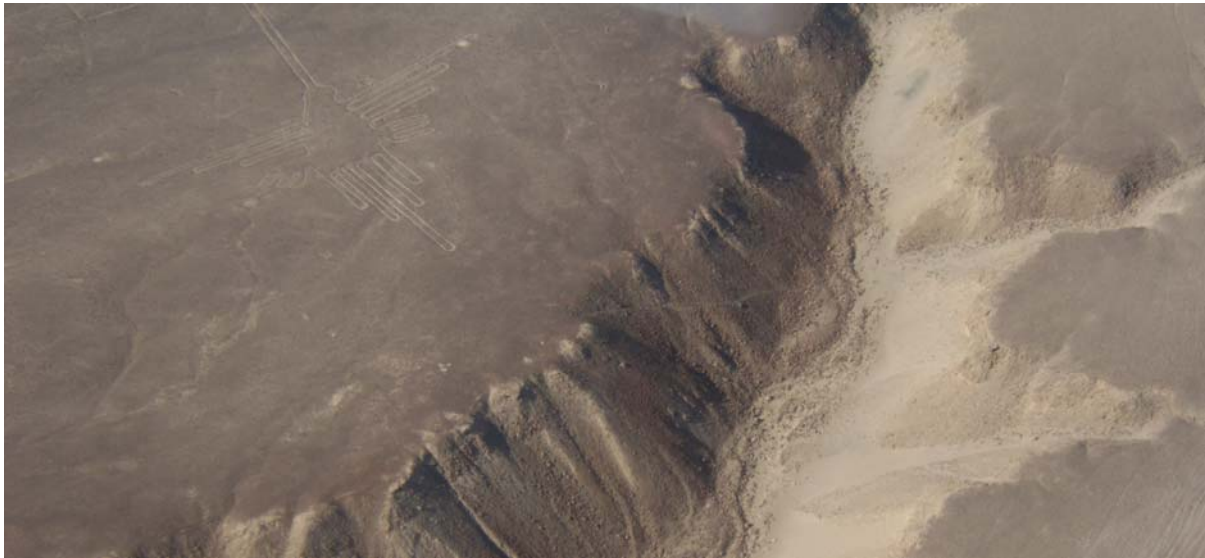
Detalles de hasta dos depósitos de flujo de detritos, cerca de la carretera panamericana sur, en el paraje de el Mirador. Nótese el frente del depósito de flujo.



Acercamiento del depósito en el frente Terminal.

SECTOR DEL GEOGLIFO COLIBRÍ – PAMPA JUMANA

La capa superficial muestra una costra algo endurecida o formación de suelo aparentemente calcáreo, originado en los conglomerados poco consolidados en una matriz areno-arcillosa.



Vista desde el aire que muestra la figura del colibrí, ubicada en el extremo norte de la pampa de Jumana. El corte natural permite apreciar los depósitos aluviales (conglomerados).



Vista en la misma pampa del mismo sector, adyacente a la figura del Colibrí.



Acercamiento del perfil natural del suelo. Nótese los conglomerados y la formación del suelo superficial.



Detalle en los surcos que conforman los trazos de la figura del colibrí.

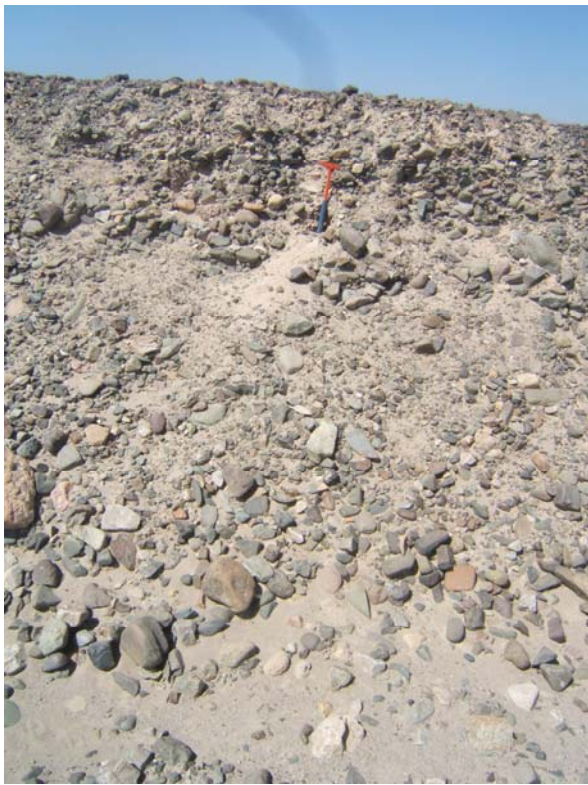
La formación de suelos calcáreos en climas áridos, ocurren cuando la evaporación supera a las escasas precipitaciones. El agua asciende del fondo por la fuerte evaporación y precipita en el horizonte B nódulos o concreciones, escamas y costras de sales, yeso o caliche.

SECTOR DE LA BALLENA – QUEBRADA DE SOCOS

Muestra depósitos aluvio-pruviales más recientes, no consolidados a sueltos, acarreados por las torrentes que componen la quebrada Socos. Las inmediaciones al macizo muestra un suelo residual arcillos producto de la alteración del intrusivo.



Vista panorámica hacia el sur que muestra la zona del geoglifo "La Ballena", y la colina con afloramientos de intrusivos.



Acercamientos en el sector de La Ballena. La foto superior muestra un corte natural donde se aprecia el depósito aluvial con espesor visible de 1,40 m. Las vistas inferiores muestran el detalle en corte y en planta de los surcos o líneas.

RELICTOS DE ROCAS INTRUSIVAS Y ALTERACIÓN A SUELO ARCILLOSO

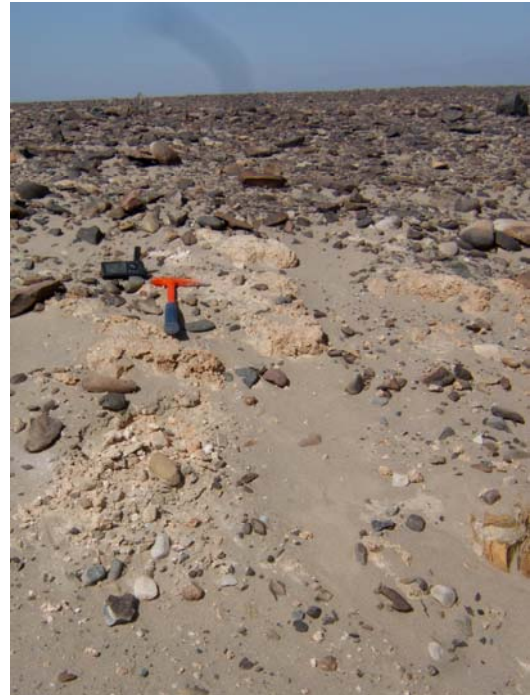
En algunos sectores de la pampa se encontró un substrato intrusivo, de tipo granodiorita a tonalita muy alterada, mostrando relictos muy suaves con pocas elevaciones del relieve respecto a la pampa.

Los suelos circundantes corresponden a suelos residuales arcillosos producto de la meteorización de las rocas. Este tipo de situación se encontró en las coordenadas 484708 / 8374449 en el trayecto al geoglifo "El Mono". En las inmediaciones de este se advierte una costra endurecida de suelo arcilloso.

Caso similar se puede apreciar en las coordenadas 486884 / 8375461, colindante al geoglifo de “La Araña”, donde se distingue un área expuesta del substrato intrusivo de las mismas características. Un promontorio inferior a 1 m de elevación respecto a la pampa. En las inmediaciones se presenta un suelo argilitizado con cascajo.



Relicto de substrato intrusivo y formación de suelo arcilloso endurecido adyacente, en el sector de “La Araña”.

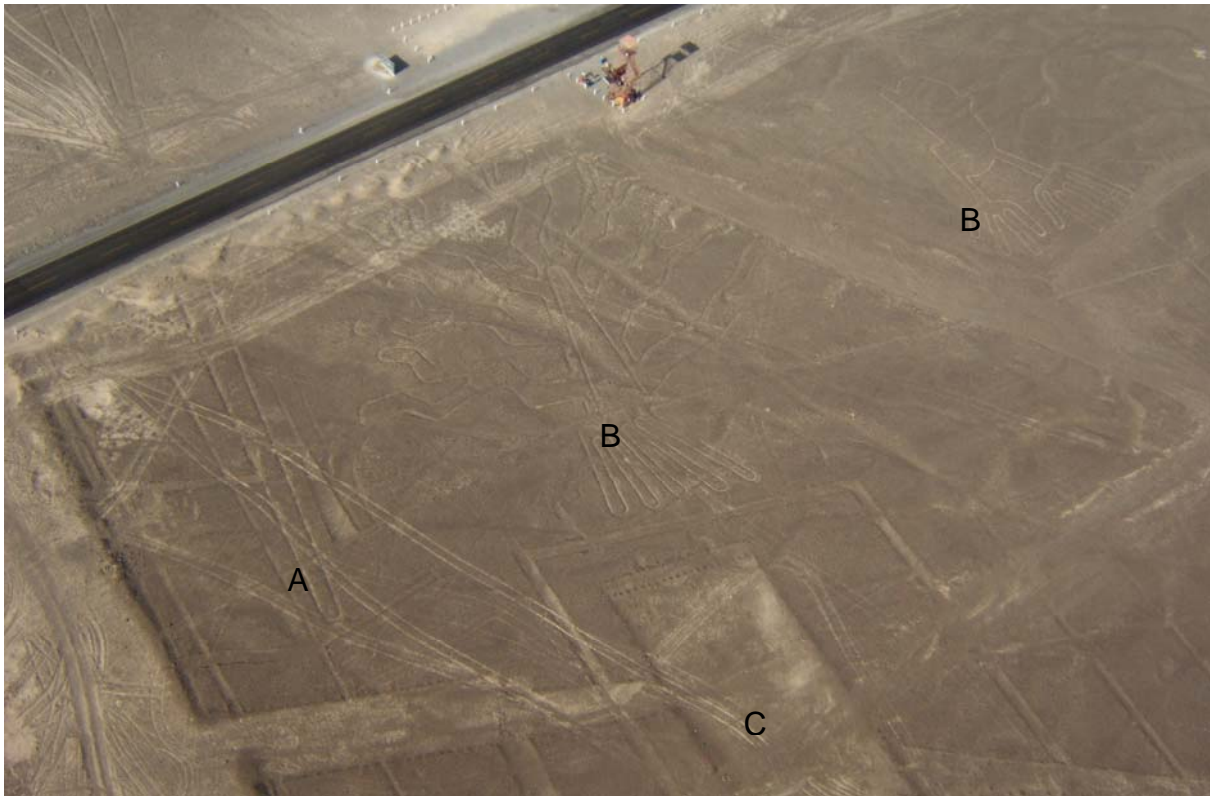


Otros ejemplos de suelos arcillosos adyacentes al substrato intrusivo alterado.

PATINA O COBERTURA EN LOS SURCOS O HENDIDURAS DE LOS GEOGLIFOS Y LINEAS DE NAZCA

Las figuras de los geoglifos y líneas son trazos hechos sobre la cobertura superficial aluvial y/o residual, cuyas dimensiones tanto en la hendidura que conforme el bajo relieve y el ancho son pequeños. Algunas muestran mayor conservación que otros, y la diferenciación puede deberse a la antigüedad de las mismas, además del tipo de cobertura que presenta.

La profundidad del bajo relieve en los geoglifos no llega a los 2-4 cm, mientras que el ancho alcanza longitudes del orden de 15 a 20 cm. A diferencia las líneas o trazos individuales varían en el ancho de la misma, siendo su distancia longitudinal aún más variable, alcanzando algunas de ellas hasta 2 km.



Vista aérea del sector de El Mirador, donde se distinguen líneas (A), geoglifos (B) y áreas de barrido (C). La foto inferior muestra en el terreno la zona del árbol de huarango. Nótese los surcos o líneas en el geoglifo.



Vista aérea del geoglifo "El Mono". En la foto inferior un detalle en el terreno de los trazos, sus hendiduras



Detalle en el terreno o pampa de una porción del geoglifo "El Mono".

**GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS Y/O SUELOS SUPERFICIALES Y ANÁLISIS DEL
SUBSTRATO ROCOSO DEL ÁREA**

CONCLUSIONES

1. El tapiz o lienzo natural sobre el cual se encuentran las líneas y geoglifos de Nazca, es básicamente una superposición de abanicos de depósitos aluviales de piedemonte, cuya edad está comprendida entre el Pleistoceno y Cuaternario reciente, desarrollados en un ambiente desértico con presencia de crisis climáticas, que aportaron flujos de detritos excepcionales. Son escasas las zonas con acumulación de dunas y marcas eólicas, o estructuras típicas como triángulos fascetados en los detritos.
2. Geomorfológicamente, se diferencian una planicie o pampa compuesta por abanicos aluviales, disectados por torrentes o quebradas más recientes, donde destacan las quebradas de Urupalla y Socos. Sobresalen en la pampa geoformas de lomadas, colinas y montañas, con acumulaciones locales de suelos residuales y vertientes de detritos.
3. El substrato rocoso está compuesto por rocas subvolcánicas, volcánicas, ígneas intrusivas y sedimentarias continentales / marinas. El primer grupo se manifiesta en los promontorios o relictos, colinas y montañas que se levantan adyacentemente a las pampas. Los sedimentos se hacen evidentes en los cortes naturales o quebradas que descienden hacia los valles de Nazca e Ingenio.
4. En forma superficial se puede resumir la caracterización de los suelos o sedimentos superficiales en:
 - Predominantemente depósitos aluviales y aluvio-proluviales, de diferentes edades o períodos, donde se encuentran gravas y cantos subredondeados a subangulosos muy poco consolidados en matriz arenosa a reno limosa. En este grupo se encuentran algunos sectores en las pampas donde se tienen depósitos de flujos recientes con mayor porcentaje de finos (arcillas y limos).
 - Un segundo sector corresponde a suelos residuales o de meteorización, generalmente arcillosos adyacentes a relictos de rocas intrusivas. Estos presentan algunas costras de endurecimiento.
 - Un tercer grupo se distribuye hacia el extremo norte de las pampas, donde se tiene una formación de suelo sobre depósitos aluviales más antiguos, originado en un ambiente desértico con escasas lluvias.
5. La cobertura en los surcos, canales o hendiduras en las figuras o geoglifos y/o líneas, generalmente no mayores a 4 cm. Presentan una superficie cubierta con arena gruesa y gravilla menuda, la cual en algunas partes no permite definir desde el aire definir las figuras de los geoglifos.
6. No se encontró evidencia importante o pronunciada de afectación natural de origen eólico. La acumulación de los depósitos sobre las figuras y líneas, que originan una superficie o pátina, si bien es cierto no muestran un transporte de origen aluvial, considerando además la granulometría de los detritos o clastos, se deben netamente a transporte y sedimentación eólica no intensa, que ha permitido su preservación. Factores climáticos y meteorológicos, de variaciones de temperatura en los diferentes niveles a partir de la superficie del suelo, permitirían este proceso o fenómeno.
7. La afectación de algunos sectores de las pampas de Nazca, más bien se deben a la ocurrencia en el tiempo de eventos de El Niño, o anomalías climáticas en el sector que originan en lavado y arrastre de partículas finas y gruesas acumuladas en las vertientes

occidentales. Esto es más pronunciada en los torrentes y canales diversificados de las quebradas Urupalla y Socos.

RECOMENDACIONES

1. Efectuar una cartografía geomorfológico-geodinámica al detalle que permita diferenciar la serie de depósitos o abanicos aluviales y aluvio-proluviales antiguos y los depósitos de flujos recientes. Este trabajo permitirá determinar la recurrencia de eventos de flujos de detritos o huaycos últimos que afectan parte de los geoglifos y líneas de Nazca, a fin de determinar las medidas de prevención para la conservación del patrimonio cultural.
2. Instalar una estación meteorológica en el área local, que permita analizar parámetros de temperatura, horas de sol, humedad, precipitación, dirección y velocidad de vientos. Estos parámetros permitirán tener geindicadores que permitan a futuro, determinar con exactitud parámetros de intervención en las áreas del patrimonio de una forma técnico-científica adecuada, así como una explicación sobre los efectos del medio ambiente sobre la cobertura superficial, la incidencia de la energía eólica, etc.

3. REFERENCIAS

MONTOYA, M., GARCÍA, W. & CALDAS, J. (1993). Geología de los Cuadrángulos de Lomitas, Palpa, Nasca y Puquio. Boletín N° 53, INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional. 100 p.

ANEXOS: RESULTADOS DE LABORATORIO